



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 199 27 129 C 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
H 04 N 5/232  
G 03 B 3/10  
G 03 B 13/34  
A 61 B 1/045

21 Aktenzeichen: 199 27 129.1-31  
22 Anmeldetag: 15. 6. 1999  
43 Offenlegungstag: -  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 4. 1. 2001

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Richard Wolf GmbH, 75438 Knittlingen, DE

74 Vertreter:  
T. Wilcken und Kollegen, 23552 Lübeck

72 Erfinder:  
Widmann, Holger, Dipl.-Ing., 75015 Bretten, DE;  
Vögele, Michael, 75236 Kämpfelbach, DE;  
Osterland, Ulrich, Dipl.-Ing., 75438 Knittlingen, DE

55 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	34 35 136 C2
DE	33 48 073 C2
DE	198 41 441 A1
DE	43 12 489 A1
DE	689 10 352 T1
DE	691 26 731 T2
DE	37 83 690 T2
US	54 90 015
EP	06 34 680 A2

54 Fokussier- und Brennweitereinstellvorrichtung für eine Videokamera

57 Die Erfindung betrifft eine Fokussier- und Brennweiten-einstellvorrichtung für ein optisches Linsensystem im Kamera-  
kopf eines Endoskops. Diese weist eine Fokussier-  
vorrichtung auf, die mehrere entlang der und symme-  
trisch zur optischen Achse der Fokussierlinse parallel an-  
gebrachte streifenförmige piezoelektrische Biegeaktoren  
aufweist. Die piezoelektrischen Biegeaktoren sind über je  
ein Gelenkglied mit einer die Fokussierlinse einfassenden  
Hülse derart verbunden, dass bei Spannungsbeaufschlagung  
von den Biegeaktoren ausgeführte Biegebewegungen  
in eine lineare Fokussierbewegung für die Fokussier-  
linse umgewandelt werden. Ferner weist ein die Brenn-  
weite eines Zoomlinsensystems verstellender Zooman-  
trieb einen Schrittmotor auf, dessen schrittweise Dre-  
hung über eine Nutenwalze und einen von der schrauben-  
förmigen Nut derselben linear bewegten Stift in eine li-  
neare Bewegung einer Zoomlinsenhülse zur Brennwei-  
tenverstellung gewandelt wird. Die Ansteuerung des  
Schrittmotors zum Zoombetrieb und die Erzeugung des  
Fokuseinstellsignals für die piezoelektrischen Aktoren der  
Fokussiervorrichtung erfolgen während der Vertikalaus-  
tastlücke des Videosignals, die von einer Extrahierschal-  
tung aus dem Videosignal extrahiert und einer jeweiligen  
Fokussierschaltung und einer Zoomsteuerschaltung in  
Form eines Zeitfensters zugeführt wird.

DE 199 27 129 C 1

DE 199 27 129 C 1

Die Erfindung betrifft eine Fokussier- und Brennweiteinstellvorrichtung für eine Videokamera, insbesondere für ein optisches Linsensystem in einer endoskopischen Videokamera, mit einer durch wenigstens einen piezoelektrischen Aktor bewegten Antriebsvorrichtung für eine Fokussierlinse des Linsensystems, einer automatischen Fokussierschaltung zur Erzeugung eines Fokuseinstellsignals, das dem piezoelektrischen Aktor zuführbar ist, und einem mit einem Zoomobjektiv des optischen Linsensystems verbundenen elektromotorischen Zoomantrieb mit einer auf ein manuell eingegebenes Zoomsignal ein Brennweiteinstellsignal für den Zoomantrieb erzeugenden Zoomsteuerschaltung.

Besonders bei endoskopischen Anwendungen, bei denen der ausführende Arzt auf einen kameraführenden Assistenten verzichtet und die Kamera selbst hält oder durch einen mechanischen Haltearm fixiert hat, bedeutet die Automatisierung der häufigen Bildschärfenachstellung eine deutliche Handhabungsverbesserung, die ermöglicht, bisher gebundene Konzentration des ausführenden Arztes zu Gunsten der chirurgischen bzw. diagnostischen Tätigkeit freizusetzen. In der Endoskopie kann ein Autofokus nur akzeptiert werden, wenn er unbemerkt vom menschlichen Auge agiert, woraus sich die Forderung ergibt, daß das verwendete Regelsystem wie auch der Antrieb sehr schnell sein müssen und daß ein solcher Antrieb weder im Kamerakopf noch im Kabel zum Kameracontroller Störungen des Bildsignals verursachen darf.

Autofokussiervorrichtungen werden in herkömmlichen Videokameras vielfach durch Elektromotoren realisiert, die ein linear geführtes Fokussierglied über eine Spindel antreiben. Eine weitere übliche Bewegungsübertragung von Elektromotoren geschieht über eine Verzahnung am Umfang einer das Fokussierglied enthaltenden Hülse, um diese rotatorisch zu bewegen. Diese Drehbewegung wird durch einen helixförmigen Schlitz in der Hülse in eine translatorische Verstellung der Fokushülse umgewandelt. Die Verwendung von Elektromotoren in endoskopischen Kameraköpfen ist häufig mit Störungen im Videobild verbunden, die durch die Natur der Anwendung nicht hingenommen werden können. Außerdem lassen sich Elektromotoren nur sukzessive in eine Richtung bewegen, und eine sprunghafte Bewegung zu einer bestimmten Zielposition ist mit ihnen nicht möglich. Somit läßt sich mit Elektromotoren die Forderung nach einer schnellen, für das Auge unmerklichen Schärfeneinstellung schwer erfüllen.

Aus dem US-Patent 5 490 015 ist eine automatische Fokussiervorrichtung für ein Videoendoskop bekannt, welche einen piezoelektrischen Aktor zur Bewegung einer Fokussierlinse aufweist. Dieser bekannte Fokussierantrieb beruht auf den Eigenschaften eines piezoelektrischen Stapelaktors, bei dem mehrere plättchenförmige piezoelektrische Keramikelemente und dazwischenliegende Elektrodenplatten übereinandergestapelt sind und der sich bei einer entsprechenden Ansteuerung sprunghaft ausdehnt. Der durch eine Klemmvorrichtung in einer Nut positionierte piezoelektrische Aktor überwindet die Haftreibung mittels eines mechanischen Impulses, der aus seiner sprunghaften Ausdehnung resultiert. Dadurch kann der Aktor in der Nut gleiten und die mit dem Aktor verbundene Fokussierlinsehalterung über einen kurzen Zeitraum bewegt werden. Die sukzessive Wiederholung dieses kurzen Bewegungsabschnitts führt zu einer wahrnehmbaren Verstellung. Die Richtung vorwärts oder rückwärts wird hierbei durch die Form der Flanken der Ansteuerungsspannung bestimmt, welche dem piezoelektrischen Aktor angelegt wird. Um jedoch einen ausreichenden Verstellweg zu erreichen, erhält der piezoelektrische Aktor eine

Folge von Spannungsimpulsen innerhalb eines bestimmten Zeitraums. Diese Spannungsimpulse können im Videobild zu sichtbaren Störungen führen, da ein gewisses Übersprechen von den Steuerleitungen auf die Videosignalleitungen im Kamerakabel nicht zu vermeiden ist. Gleiches gilt für die direkte Nachbarschaft der Stellglieder zu der empfindlichen Kameraelektronik im Kopf.

Die Verwendung piezoelektrischer Aktoren in Form von Biegeaktoren ist ebenfalls bekannt, und zwar gemäß DE 34 35 136 C2 zur Verschiebung eines Bildsensors bzw. gemäß DE 37 83 960 T2 zur Bewegung einer Endoskopspitze.

Im Bereich der Varioobjektiv-Steuerung, d. h. zur Ansteuerung eines Zoomobjektivs einer Kamera, sind eine Reihe von Antriebssystemen bekannt. Aus der DE 43 12 489 A1 bzw. der EP 0 634 680 A2 sind motorische Antriebseinheiten für Varioobjektive bekannt, die einen Synchronmotor bzw. Bürstenmotor und zur Übertragung Ritzel, Zahnräder und Helixführungen verwenden. Dies ist für den Einsatz in Standardvideokameras eine praktikable Lösung. Im Bereich der endoskopischen Videokameras können jedoch durch den Betrieb solcher Elektromotoren Störungen im Videobild entstehen. Außerdem sind diese Elektromotoren als Antriebseinheiten in Videoendoskopen aufgrund ihres zumeist erheblichen Raumbedarfs nicht geeignet.

In DE 689 10 352 T2 ist die Übertragung von Motorsteuersignalen in einer Kamera mit beispielsweise elektromotorisch betriebener Fokussiereinrichtung beschrieben, wobei die Steuersignale zeitlich zwischen den Synchronimpulsen übertragen werden. Weiterhin ist es aus DE 33 48 073 C2 bekannt, zur Erfassung des Fokuszustandes ein elektronisches Potentiometer zu verwenden.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Fokussier- und Brennweiteinstellvorrichtung für ein optisches Linsensystem einer Videokamera, insbesondere für ein Endoskop, anzugeben, bei der weder im Kamerakopf noch im Kabel zum Kameracontroller Störungen des Bildsignals verursacht werden. Außerdem soll ein möglichst kleiner und leichter Antrieb für die Fokussiervorrichtung ermöglicht werden, der die auftretenden Kräfte des Endoskops auf die Körperöffnungen minimiert und der einen kurzen Fokussierweg bedingt und die dadurch hohen Anforderungen an die Auflösung des Stellwegs des Fokussierantriebs bzw. der Übersetzung befriedigen kann. Ferner soll der zur Einstellung des Zoomobjektivs vorgesehene Antrieb präzise sein und keine merklichen Erschütterungen oder Bildverzerrungen beim Zoombetrieb hervorrufen.

Eine diese Aufgabe lösende Fokussier- und Brennweiteinstellvorrichtung ist im Anspruch 1 angegeben. Ein wesentlicher Aspekt dieser Vorrichtung besteht also in der Erzeugung, d. h. Detektion und Nutzung eines Zeitfensters auf der Basis des extrahierten Vertikalsynchronisationsimpulses im Videosignal. Das Zeitfenster wird der Fokussierschaltung und der Zoomsteuerschaltung zugeführt, wobei die Fokussierschaltung das erzeugte Fokuseinstellsignal dem piezoelektrischen Aktor und die Zoomsteuerschaltung das Brennweiteinstellsignal dem Zoomantrieb nur innerhalb der durch das Zeitfenster angegebenen vertikalen Austastlücke zuführen.

Da somit ausschließlich die vom Auslesen der Videobildaten nicht betroffene Zeitdauer von z. B. 1,6 ms im Zyklus von 20 ms, im Fernsehsystem nach CCIR bzw. PAL-Norm, zur Erzeugung des Fokuseinstellsignals für die Fokussiervorrichtung und zur Erzeugung des Brennweiteinstellsignals für den Zoomantrieb verwendet werden, können Bildstörungen, verursacht durch Interferenz des Videosignals mit Ansteuerströmen des Antriebs, eliminiert werden.

Die erfindungsgemäße Fokussiervorrichtung verwendet zur Bewegung des Fokussierglieds piezoelektrische Biegeaktoren. Zwei oder drei streifenförmige Biegeaktoren werden seitlich parallel zur optischen Achse entlang des Objekts positioniert und beispielsweise durch Eingießen in ein ortsfestes Teil fixiert. Wenn ihnen eine elektrische Ladung zugeführt wird, sind die piezoelektrischen Biegeaktoren in der Lage, ihr nicht fixiertes Ende auszulenken. Über Gelenkglieder wird die erzeugte Bewegung zu einer die Fokussierlinse einfassenden Fokushülse übertragen. Die Richtung der Bewegung, die beim Biegeaktor ursprünglich orthogonal zur optischen Achse des Systems verläuft, wird durch die Neigung des Gelenkglieds in eine Bewegung längs der optischen Achse umgewandelt. Die sprunghafte Positionierung unterbindet störende Unschärfephasen z. B. während Anfahrvorgängen oder starken Kontrastwechseln. Die Schnelligkeit der piezoelektrischen Aktoren erlaubt weiterhin die Nutzung des kurzen Zeitfensters zwischen zwei Videohalb Bildern zur Verstellung des Fokus.

Bei dem erfindungsgemäß für die Brennweiteinstellvorrichtung des Zoomlinsensystems verwendeten Schrittmotor läßt sich in jeder Austastlücke jeweils ein Schritt initiieren. Über eine mit der Welle des Schrittmotors verbundene Nutenwalze wird die Rotordrehbewegung über den mit der Zoomhülse verbundenen Stift in eine lineare axiale Bewegung der Zoomhülse umgesetzt. Diese Art der Führung ist im Vergleich mit bekannten Kombinationen (Ritzel-, Zahnkranz-, helixförmige Führung) besonders spiel- und reibungsarm. Die Gewindelänge der Nutenwalze entspricht genau der Zoomstrecke. Durch die Steigung des Nutgewinns läßt sich die gewünschte Zoomgeschwindigkeit vorgeben. Im Halbschrittmodus hat der Schrittmotor eine besonders hohe Laufruhe, weshalb dieser Halbschrittmodus vorzuziehen ist.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen beschrieben. Es zeigen:

**Fig. 1** schematisch als Funktionsblockschaltbild eine die erfindungsgemäße Fokussiervorrichtung ansteuernde Fokussierschaltung,

**Fig. 2** schematisch einen Längsschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Fokussiervorrichtung,

**Fig. 3** schematisch einen Längsschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Fokussiervorrichtung,

**Fig. 4** einen schematischen Querschnitt durch das in **Fig. 2** gezeigte zweite Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Fokussiervorrichtung und

**Fig. 5** schematisch und im Längsschnitt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Brennweiteinstellvorrichtung in Verbindung mit einer als Funktionsblockschaltbild dargestellten Zoomsteuerschaltung.

Bei der in **Fig. 1** schematisch als Funktionsblockschaltbild dargestellten Fokussierschaltung sind in einem Controllerblock 9 einer endoskopischen Videokamera eine Einheit 1 zur Auswertung der Bildschärfe und Ausgabe eines In-Fokus-Wertes, ein V-Sync-Stripper 2, ein elektronisches Potentiometer 3, eine Einheit 4 zur Ansteuerung des Potentiometers 3 mit einem Mehrbitsignal, ein Videokameracontroller 5 und eine Schnittstelle 6 zu einem Verbindungskabel 8 vereinigt, welches zu einem Kamerakopf 7 führt, in dem die weiter unten beschriebene Fokussierantriebsvorrichtung und der elektromotorische Zoomantrieb integriert sind.

Das Verbindungskabel 8 zwischen dem Kamerakopf 7 und dem Controllerblock 9 kann einige Meter lang sein. Die Steuerleitungen des Antriebs für die Fokussierlinse im Kamerakopf 7 teilen sich dieses Kabel 8 mit den Leitungen für

die Kamerafunktionen und den Leitungen für die Bilddaten. Dabei würden, wie erwähnt, die wechselnden Amplituden der Ansteuerströme des Antriebs für die Fokussierlinse gewöhnlich Störungen im Videosignal hervorrufen. Eine störungsfreie Ansteuerung der Antriebe im Kamerakopf 7 kann nur gewährleistet sein, wenn diese Antriebe nicht zur selben Zeit wie die Bilddatenübertragung angesteuert werden bzw. arbeiten. Erfindungsgemäß wird die Pause zwischen den Videohalb Bildern für diese zeitliche Trennung verwendet. Sie wird durch einen deutlich differenzierbaren Rechteckimpuls – dem vertikalen Synchronisationsimpuls ( $V_{\text{Sync}}$ ) im Videosignal – eingeleitet. Dieser Rechteckimpuls wird genutzt, um die Phase zu bestimmen, in der kein Bilddatentransfer stattfindet und die piezoelektrischen Aktoren der Fokussierantriebsvorrichtung sowie der Schrittmotor des Zoomantriebs mit Spannung zur Änderung ihrer Position versorgt werden können.

Mit einer passiven Methode wird die Bildschärfe, bzw. ein Wert für den Grad einer In-Fokus-Position in der Einheit 1 ermittelt. Dieser Wert wird in der Einheit 4, die beispielsweise als Mikrocontroller aufgeführt ist, weiterverarbeitet. Der übergebene Wert wird mit früheren Werten verglichen und aus diesem Vergleich ein neuer Eingabewert für den elektronischen Potentiometer 3 ermittelt. Dieser Eingabewert wird an das elektronische Potentiometer 3 in einem 17-Bit-Format übergeben, wobei die Aktivierung des Potentiometers 3 mit dem neuen Wert erst nach Übergabe des 17. Bits erfolgt. Dieses letzte Bit wird erst gesendet, wenn durch die Vorderflanke des Vertikalsynchronisationsimpulses  $V_{\text{Sync}}$ , welcher entweder als direktes Signal von der Kameraelektronik erhältlich ist oder durch den V-Sync-Stripper 2 aus dem Videosignal extrahiert worden ist, eine Berechtigung eingetroffen ist. Auf diese Weise wird der Widerstand des Potentiometers erst mit Beginn der Austastlücke verändert. Ein dadurch ausgelöster Spannungssprung an der Mittelstelle der später beschriebenen piezoelektrischen Biegeaktoren läßt einen Stromfluss von oder zu den piezoelektrischen Biegeaktoren zu, bis die durch das Potentiometer 3 definierte Spannung vollständig an den piezoelektrischen Biegeaktoren anliegt. Dieser Vorgang geschieht auch bei maximaler Auslenkung der piezoelektrischen Biegeaktoren von ihrer Nulllage aus in weniger als 1,6 ms. Somit kann die gesamte Verstellung der zur Fokussierung dienenden Antriebsvorrichtung innerhalb der vertikalen Austastlücke stattfinden, und deshalb können im Videobild keine Störungen auftreten.

In **Fig. 2**, die schematisch einen Längsschnitt durch ein erstes piezoelektrische Biegeaktoren verwendendes Ausführungsbeispiel einer Fokussiervorrichtung zeigt, sind zwei parallele streifenförmige längliche piezoelektrische Biegeaktoren 10 und 11 in Richtung und symmetrisch zur optischen Achse eines in einer Hülse 17 enthaltenen optischen Linsensystems 19 positioniert und an ihrem einen Ende beispielsweise durch Eingießen fixiert (Fixierstellen 21 und 22). Wenn ihnen, wie oben erwähnt, in der Vertikalaustastlücke eine elektrische Ladung zugeführt wird, sind die piezoelektrischen Biegeaktoren 10 und 11 in der Lage, in diesem Zeitintervall ihr in **Fig. 2** links dargestelltes, nicht fixiertes Ende auszulenken (Pfeile A und B). Diese Auslenkung wird über je ein Gelenkglied 13 und 14 auf eine eine Fokussierlinse 15 tragende Außenhülse 16 übertragen. Die Richtung der Bewegung, die ursprünglich orthogonal zur optischen Achse des Systems verlief, wird durch die Neigung des in den Gelenkgliedern 13 und 14 enthaltenen Verbindungselements in eine Bewegung  $\Delta F$  längs der optischen Achse umgewandelt.

In dem in **Fig. 2** gezeigten Ausführungsbeispiel wird das Verkippen der Fokussierlinse 15 durch die Linearführungs-

eigenschaften zweier gleitbeweglich ineinander verschiebbarer Hülse, d. h. der das Linsensystem 19 enthaltenden inneren Hülse 17 und der die Fokussierlinse 15 enthaltenden äußeren Hülse 16, verhindert.

Die piezoelektrischen Biegeaktoren 10 und 11 in Fig. 2, die als bimorphe piezoelektrische Biegeaktoren aufgeführt sind, erhalten von der oben anhand der Fig. 1 beschriebenen Fokussierschaltung entsprechend der gewünschten Auslenkung eine variable Spannung zwischen -30 V und +30 V, die an ihrer Mittellage angelegt wird, während die Außen-

elektroden mit einer statischen Spannung von jeweils -30 V und +30 V versorgt werden. Die piezoelektrischen Biegeaktoren 10 und 11 werden synchron angesteuert.

In den Fig. 3 und 4, die jeweils schematisch einen Längsschnitt und einen Querschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäß mit piezoelektrischen Biegeaktoren ausgestatteten Fokussiervorrichtung zeigen, sind drei piezoelektrische Biegeaktoren 10, 11 und 12 parallel zur und symmetrisch zur optischen Achse der Fokussierlinse 15 jeweils um 120° winkelfersetzt angeordnet.

Die Umlenkung der Biegebewegung des freien Endes der piezoelektrischen Biegeaktoren 10, 11 und 12 erfolgt bei diesem Ausführungsbeispiel durch drei Drahtgelenke 23, 24 und 25, die am Umfang der Fokussierlinsenfassung 16 in Abständen von 120° angebracht sind. Durch diese Art der Aufhängung kann auf eine Linearführung der Fokussierlinse gemäß Fig. 2 verzichtet werden. Auslenkungsunterschiede der drei Aktoren 10, 11 und 12 lassen sich durch die Ansteuerung kompensieren.

Zu erwähnen ist noch, daß sich an die das Kameralinsensystem 19 enthaltende Hülse 17 wie üblich ein Aufnahmesystem 18 mit einem CCD-Sensor oder mit einem Prisma und drei CCD-Sensoren anschließt und daß diese Fokussiervorrichtung im Kamerakopf 7 (Fig. 1) angeordnet sind.

Die enorme Geschwindigkeit, mit der die Auslenkung der piezoelektrischen Biegeaktoren 10, 11 und 12 bei den in den Fig. 2 bis 4 gezeigten Ausführungsbeispielen realisiert werden kann, eröffnet vielfältige Möglichkeiten, die passive Regelung, wie sie in der Videotechnik praktiziert wird, mit effektiveren Algorithmen zu versehen. Die sprunghafte Positionierung unterbindet die sonst während Anfahrvorgängen bei üblichen elektromotorischen Autofokussiervorrichtungen auftretenden störenden Unschärfephase. Durch die Schnelligkeit der Aktoren läßt sich wie erwähnt das durch die Vertikalaustastlücke angegebene Zeitfenster zwischen zwei Videohalbbildern zur Fokusverstellung nutzen. Auf diese Weise lassen sich mit der erfindungsgemäßen Fokussiervorrichtung Bildstörungen eliminieren, wie sie durch Interferenzen des Videosignals mit den Ansteuerströmen des Antriebs entstehen könnten.

In Fig. 5, die schematisch und im Längsschnitt ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Brennweiteinstellvorrichtung in Verbindung mit einer als Funktionsblockschaltbild dargestellten Zoomsteuerschaltung zeigt, treibt ein Schrittmotor 30, der in einer Motorhalterung 40 fixiert ist, eine Nutenwalze 31 mit einer schraubenförmigen Nut 41 an. Über die Nutenwalze 31 wird die Bewegung der Welle des Schrittmotors 30 auf einen Stift 32 übertragen, der seinerseits mit der in einer äußeren Hülse 34 geführten Zoomhülse 42 verbunden ist und durch einen Schlitz in der Außenhülse 34 axial geführt wird. Der Stift 32 überträgt die Axialkraft auf die Zoomhülse 33 und verschiebt diese in Axialrichtung. Diese Art der Führung ist im Vergleich zu bekannten Lösungen besonders spiel- und reibungsarm. Die Motorhalterung 40 dient auch zur Zentrierung und Fixierung der äußeren Hülse 34.

Die Gewindestrecke der Nutenwalze 31 entspricht axial gesehen genau der Zoomstrecke. Über die Steigung des Nu-

tengewindes 41 läßt sich die gewünschte Zoomgeschwindigkeit vorgeben. Eine weitere Möglichkeit der Einstellung kann über den Betriebsmodus des Schrittmotors 30 erfolgen. Im Halbschrittmodus beträgt das Winkelinkrement 9°, was bei einer Speisung mit einer 50 Hz Wechselspannung einer Drehzahl von  $1,25 \text{ s}^{-1}$  entspricht und im Vollschrittmodus 18° entspricht einer Drehzahl von  $2,5 \text{ s}^{-1}$ . Allerdings zeichnet sich der Halbschrittmodus durch höhere Laufruhe des Schrittmotors 30 aus, weshalb dieser Modus vorzuziehen ist.

Die Nutenwalze 31 besteht vorzugsweise aus Kunststoff, Aluminium, Titan oder anderem Leichtmetall. Allerdings können auch andere Materialien höherer Dichte zum Einsatz kommen, sofern das Motormoment des Schrittmotors 30 hoch genug ist, um das Trägheitsmoment der Nutenwalze 31 zu überwinden.

Im oberen Abschnitt der Fig. 5 ist blockschaltbildartig eine Zoomsteuerschaltung gezeigt, die einen mit Zoomtasten 37 und 38 verbundenen Steuerblock 36 und ein programmierbares Gate-Array 35 aufweist, welches ein Videosignal 43 erhält und insbesondere bei Verwendung von Farbteilerprismensystemen ein Signal 44 zur "Color Shading"-Korrektur liefert. Der Steuerblock 36 beinhaltet einen Motortreiber und gegebenenfalls ein Netzteil.

Der Betrieb des Schrittmotors 30 erfolgt in der Weise, dass seine beiden Phasen während der Dauer der Betätigung der Taste 37 permanent bestromt sind, also auch während der CCD-Austastung, aber die Umpolung des Phasenstroms und damit die Auslösung eines Schrittkrements jeweils synchron mit dem Beginn der "Austastlücke" einhergehen. Während der Dauer der "Austastlücke" bewegt sich der Rotor des Schrittmotors 30 in seine jeweils neue Position. Dies geschieht in etwa 500 µs, so dass zu Beginn der CCD-Austastung nach der "Austastlücke" keine Änderung des Phasenstroms mehr stattfindet und somit keine Störung des Videobildes verursacht wird. Eine Bestromung der Motorphasen generell nur während des austastfreien Zeitfensters ist nicht sinnvoll, da der Rotor des Motors 30 in diesem Fall zum Schwingen neigen und dadurch evtl. undefinierte Schrittkremente ausführen würde.

Die Halbbildaustastfrequenz beträgt 50 Hz und somit auch die Wiederholfrequenz des austastfreien Zeitfensters, d. h. im Zyklus von 20 ms steht wie erwähnt ein Zeitfenster von 1,6 ms für das jeweilige Schrittkrement zur Verfügung. Bei einem Winkelinkrement des Motors 30 im Halbschrittmodus von 9° ergibt sich eine Winkelgeschwindigkeit von  $50 \text{ s}^{-1} \times 9^\circ = 450^\circ/\text{s}$  und somit eine Drehzahl von  $1,25 \text{ s}^{-1}$ . Über die Steigung des Gewindes der Nutenwalze 31 läßt sich somit die Verstellgeschwindigkeit des Zoomantriebs einstellen. Wie erwähnt, ist es auch möglich, den Motor mit doppelter Frequenz zu betreiben, d. h. zwei Schrittkremente pro "Austastlücke" zu initiieren. Dadurch ergibt sich eine doppelt so hohe Verstellgeschwindigkeit.

Mittels des Videosignals 43 und des freiprogrammierbaren Gate-Arrays 35 wird neben der Steuerung des Motortreibers im Block 36 ebenfalls ein zur jeweiligen Zoomposition proportionales Signal 44 zur "Color Shading"-Korrektur erzeugt.

#### Patentansprüche

1. Fokussier- und Brennweiteinstellvorrichtung für eine Videokamera, insbesondere für ein optisches Linsensystem in einer endoskopischen Videokamera, mit einer durch wenigstens einen piezoelektrischen Aktor (10, 11, 12) bewegten Antriebsvorrichtung (13, 14, 16) für eine Fokussierlinse (15) des Linsensystems (19), einer automatischen Fokussierschaltung (1-4) zur Erzeu-

gung eines Fokuseinstellsignals, das dem piezoelektrischen Aktor (10, 11, 12) zuführbar ist, und einem mit einem Zoomobjektiv (33) des optischen Linsensystems verbundenen elektromotorischen Zoomantrieb (30) mit einer auf ein manuell eingegebenes Zoomsignal ein Brennwiteneinstellsignal für den Zoomantrieb erzeugenden Zoomsteuerschaltung (35-38), dadurch gekennzeichnet, dass aus dem als direktes Signal von der Kameraelektronik erhaltenen oder durch eine Extraktionsschaltung aus dem Videosignal extrahierten Vertikalsynchronimpuls ( $V_{\text{sync}}$ ) ein Zeitfenster erzeugt wird, welches der Fokussierschaltung (1-4) und der Zoomsteuerschaltung (35-38) zugeführt wird, und dass die Fokussierschaltung (1-4) das erzeugte Fokuseinstellsignal dem piezoelektrischen Aktor (10, 11, 15) der Antriebsvorrichtung (13, 14, 16) und die Zoomsteuerschaltung das Brennwiteneinstellsignal dem Zoomantrieb nur innerhalb der durch das Zeitfenster angegebenen vertikalen Austastlücke zuführen.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Fokussierschaltung eine Bildscharfenerfassungsvorrichtung (1), die den Grad einer In-Fokusposition der Fokussierlinse (15) erfasst, und eine Vergleichsvorrichtung (4) aufweist, die den erfassten Fokussiergrad mit einem früheren Fokussiergrad vergleicht und aus dem Vergleich ein Eingangssignal für einen Spannungsgenerator (3) erzeugt, durch den eine einer Fokussierlinse entsprechende Fokussierspannung dem piezoelektrischen Aktor (10, 11, 12) während der Vertikalaustastlücke zugeführt wird.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Spannungsgenerator (3) ein elektronisches Potentiometer ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Fokussierschaltung einen Mikroprozessor (1, 4) aufweist, der das Eingangssignal für das elektronische Potentiometer (3) als Mehrbitsignal erzeugt.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Fokussier- und Zoomvorrichtung zwei parallele, einander zu beiden Seiten einer die Fokussierlinse (15) umfassenden Fokushülse (16) symmetrisch zur und entlang der optischen Achse der Fokussierlinse (15) gegenüberliegende streifenförmige piezoelektrische Biegeaktoren (10, 11) aufweist, deren freies Ende über je ein Gelenkglied (13, 14) mit der Fokushülse (16) verbunden ist, und dass die vom Spannungsgenerator (3) bzw. elektronischen Potentiometer erzeugte Fokussierspannung den beiden Biegeaktoren (10, 11) synchron zugeführt wird.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass eine optische Bauelemente des Linsensystems (19) enthaltende Hülse (17) innerhalb der Fokushülse (16) zur linearen Führung gleitbeweglich angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Gelenkglieder (13, 14) Kunststoffgelenke sind.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Fokussier- und Zoomvorrichtung drei gegeneinander um  $120^\circ$  winkelförmig, symmetrisch zur und längs der optischen Achse der Fokussierlinse (15) und an den Seiten einer die Fokussierlinse umfassenden Fokushülse (16) liegende streifenförmige piezoelektrische Biegeaktoren (10, 11, 12) aufweist, deren freies Ende über je ein Gelenkglied (23-25) mit der Fokushülse (16) verbunden ist, und dass die vom Spannungsgenerator (3) bzw. elektronischen Potentiometer erzeugte Fokussierspannung den drei Biegeaktoren (10-12) synchron zugeführt wird.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Gelenkglieder (23-25) Drahtgelenke sind.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die den freien Enden gegenüberliegenden Enden der Biegeaktoren in einem äußeren, in dem Kamerakopf festliegenden Teil (21, 22) befestigt sind.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Zoomantrieb einen Schrittmotor (30) aufweist, welcher von der Zoomsteuerschaltung (35-38) so ansteuerbar ist, dass er pro Vertikalaustastlücke um jeweils einen Schritt oder Halbschritt verstellbar ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Zoomobjektiv (33) von einer in einer in dem Kamerakopf festgelegten Außenhülse (34) linear geführten Zoomhülse (42) eingefasst ist und dass die Zoomhülse (42) einen axialen Längsschlitz der Außenhülse (34) durchgreifenden, radial ragenden Stift (32) aufweist, der seinerseits spiel- und reibungsarm in eine schraubenförmige Nut (41) einer in axialer Verlängerung der Motorwelle des Schrittmotors (30) sitzenden Nutenwalze (31) so eingreift, dass die Drehbewegung der Motorwelle in eine axiale Bewegung der Zoomhülse (42) gewandelt wird, wobei die Länge der Schraubennut (41) der Nutenwalze (31) der Zoomverstellstrecke entspricht.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Zoomsteuerschaltung (35-38) den Schrittmotor (30) im Halbschrittmodus ansteuert.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein Halbschritt des Schrittmotors (30) einem Winkelincrement von  $9^\circ$  entspricht.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 12 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Nutenwalze (31) aus Kunststoff oder Leichtmetall besteht.

16. Fokussier- und Zoomvorrichtung für eine Fokussierlinse eines Kameralinsensystems, insbesondere in einem Kamerakopf (7) eines Endoskops, wobei eine mit einem auf der Grundlage eines erfassten Fokusablagesignals von einer Fokussierschaltung (1-4) erzeugten Fokuseinstellsignal beaufschlagte Antriebsvorrichtung wenigstens einen piezoelektrischen Aktor (10, 11, 12) aufweist, dessen Aktorhub an die Fokussierlinse (15) mit einem Verbindungsglied (13, 14; 23-25) übertragen wird, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei streifenförmige piezoelektrische Biegeaktoren (10, 11) an den Seiten einer die Fokussierlinse (15) umfassenden Fokushülse (16) symmetrisch zur und entlang der optischen Achse der Fokussierlinse liegen, deren freies Ende über je ein Gelenkglied (13, 14) mit der Fokushülse so verbunden ist, dass ihre Biegeauslenkung in eine lineare Verschiebung der Fokushülse in Richtung der optischen Achse umgewandelt wird.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass eine optische Bauelemente (19) des Kameralinsensystems enthaltende Hülse (17) gleitbeweglich innerhalb der Fokushülse zur Linearführung der Fokussierbewegung angeordnet ist.

18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Gelenkglieder (13, 14) Kunststoffgelenke sind.

19. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass drei gegeneinander um  $120^\circ$  winkelförmig angeordnete Biegeaktoren (10-12) vorhanden sind.

setzte und symmetrisch zur und längs der optischen Achse der Fokussierlinse (15) an den Seiten der die Fokussierlinse (15) umfassenden Fokushülse (16) liegende streifenförmige piezoelektrische Biegeaktoren (10, 11, 12) vorgesehen sind.

5

20. Vorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Gelenkglieder (23, 24, 25) Drahtgelenke sind.

21. Fokussiervorrichtung nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass die den freien Enden gegenüberliegenden Enden der Biegeaktoren in ein äußeres ortsfestes Teil (21, 22) eingegossen sind.

10

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

**This Page Blank (uspto)**

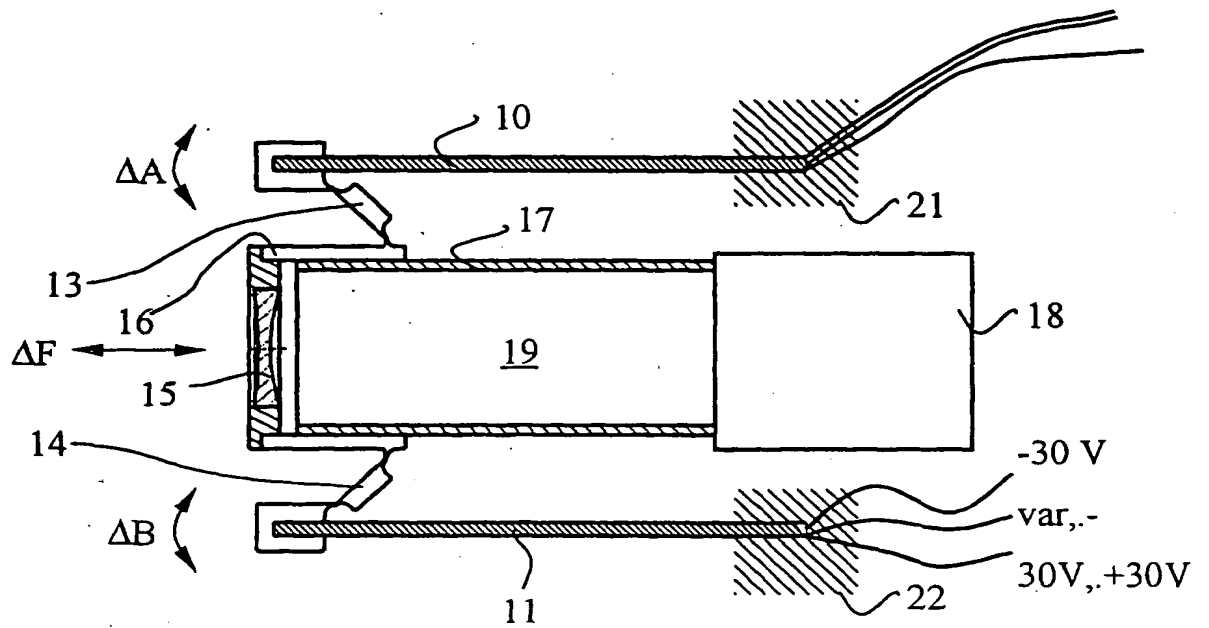


Fig. 2

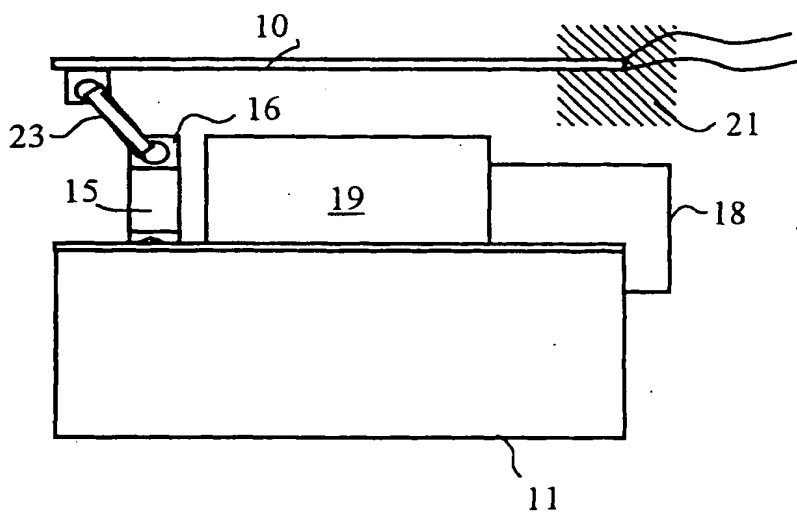


Fig. 3

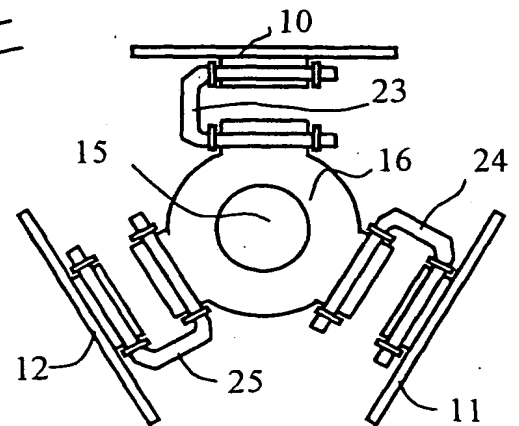


Fig. 4



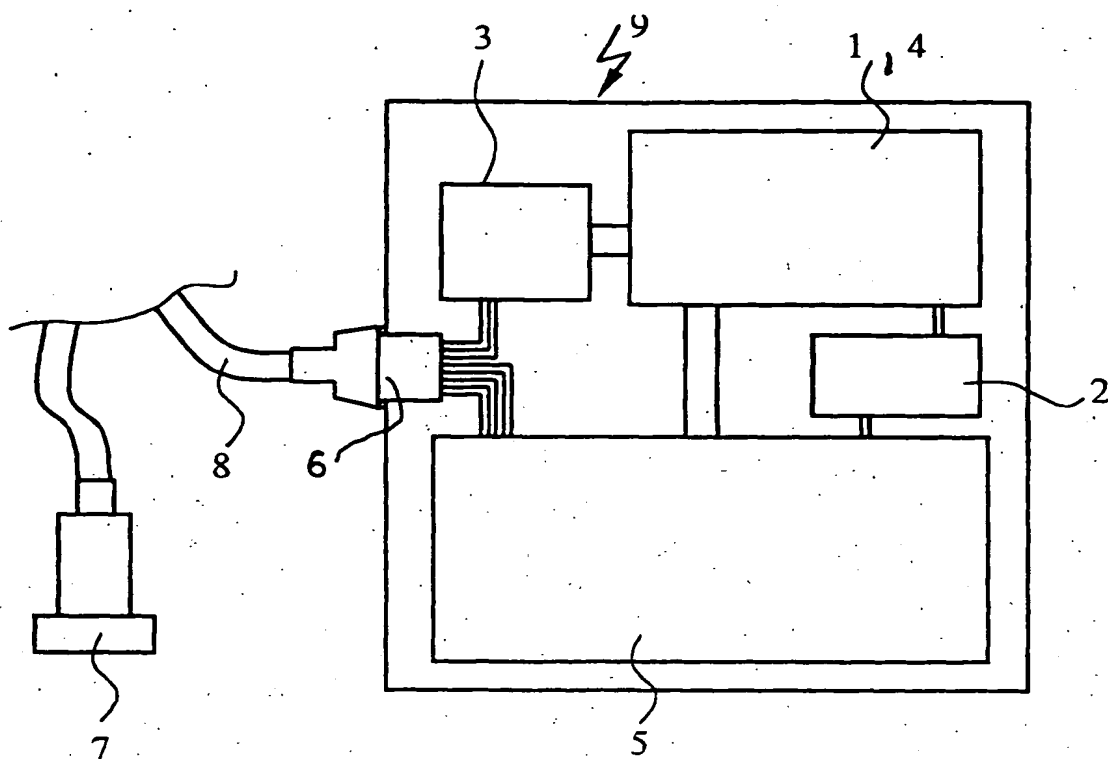


Fig. 1

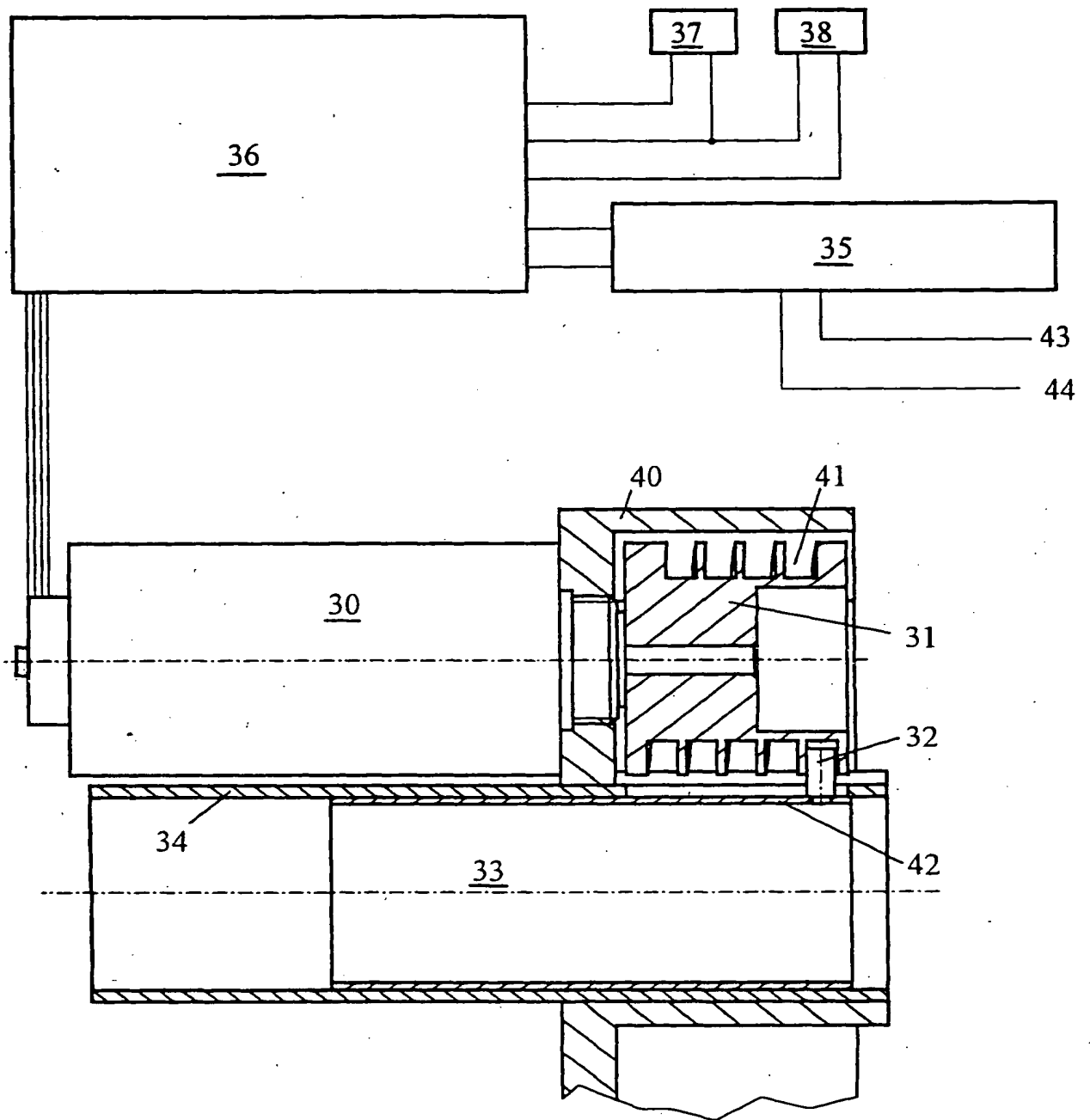


Fig. 5